



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Pat ntschrift
10 DE 36 12 439 C 3

51 Int. Cl.⁸:
B 29 C 45/77

21 Aktenzeichen: P 36 12 439.7-51
22 Anmeldetag: 12. 4. 86
23 Offenlegungstag: 23. 10. 88
45 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 21. 7. 94
46 Veröffentlichungstag
des geänderten Patents: 26. 2. 98

74253
DE

DE 36 12 439 C 3

Patentschrift nach Einspruchsverfahren geändert

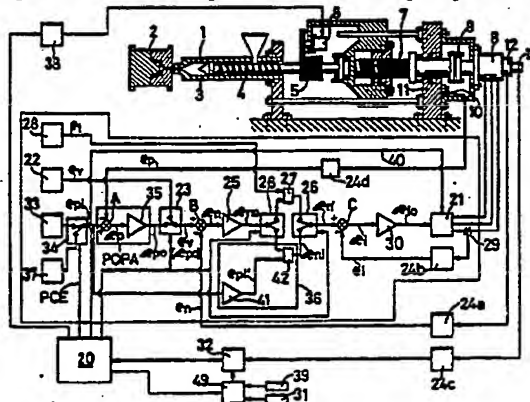
30 Unionspriorität:
60-78014 12.04.85 JP
73 Patentinhaber:
Nissei Plastic Industrial Co., Ltd., Nagano, JP
74 Vertreter:
Bauer, R., Dr., 75172 Pforzheim; Hubbuch, H.,
Dipl.-Ing., 7530 Pforzheim; Twelmeier, U.,
Dipl.-Phys., Pat.-Anwälte, 75172 Pforzheim

72 Erfinder:
Shimizu, Miyuki, Nagano, JP; Yamazaki, Yoshihiko,
Nagano, JP
56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:
US 45 40 359
JP 59-2 24 324
JP 59-1 58 728
Plastverarbeiter, 1982, 3, S. 253-262;
Die Spritzgieß-Prozeßregelung von Bosch SPR 200
und SPR 300, Bosch GmbH, Stuttgart, 10/1975;
New Injection-moulding machine does away with
hydraulics, Engineering, Bd. 223, Nr. 12, S. 995,
London, 12/1983;

54 Verfahren und Vorrichtung zur Steuerung des Einspritzvorganges in einer Spritzgußmaschine

57 Vorrichtung zur Steuerung einer Spritzgießmaschine mit einem Spritzkolben oder mit einer Spritzschnecke, der oder die von einem Motor über einen Schraubentrieb vor- und rückwärtsbewegbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß ein Drehsensors (12) vorgesehen ist, der die Drehzahl des Motors (8) erfaßt und ein Iststromezeichen erzeugt, daß ein Operationsverstärker (25) vorgesehen ist, der durch Verstärkung der Differenz zwischen einem Sollstromezeichen oder einer Drehzahl-Führungsgröße und dem Iststromezeichen des Motors (8) eine Stromstärke-Führungsgröße erzeugt, daß zur Regelung der Einspritzgeschwindigkeit ein Stromstärke-detektor (29) vorgesehen ist, der den Eingangsstrom des Motors (8) erfaßt und ein Iststromezeichen erzeugt, daß ein zweiter Operationsverstärker (30) vorgesehen ist, der die Differenz zwischen dem Iststromezeichen und der Stromstärke-Führungsgröße verstärkt und ein entsprechendes Steuersignal erzeugt, mit dem zur Regelung der Einspritzgeschwindigkeit der Motor (8) derart gesteuert wird, daß das Iststromezeichen der Stromstärke-Führungsgröße entspricht, daß ein Einspritzdrucksensor (10) vorgesehen ist, der den vom Motor (8) über die Schnecke (4) erzeugten Einspritzdruck erfaßt, ferner ein Sollwertsteller (33) für den Einspritzdruck und ein Operationsverstärker (35) für die Einspritzdruckregelung, der zum Verstärken der Differenz zwischen dem von dem Sollwertsteller (33) für den Einspritzdruck abgegebenen Sollstromezeichen und dem von dem Einspritzdrucksensor (10) abgegebenen Iststromezeichen dient, daß ein Regelungsumschalter (23) vorgesehen ist, der während der Regelung des Einspritzdruckes das in dem Operationsverstärker (35) für die Einspritzdruckregelung verstärkte Differenzsignal als Einspritzdruck-Steuersignal an den Operationsverstärker (25) abgibt, welcher die Stromstärke-Führungsgröße für die Regelung der Einspritzgeschwindigkeit bildet, und daß zur Korrektur des Iststromezeichens eine Korrektur-

schaltung (44) vorgesehen ist, die während der Dauer der Regelung des Einspritzdruckes bzw. des Nachdruckes in Abhängigkeit von dem von dem Sollwertsteller (33) für den Einspritzdruck abgegebenen Sollstromezeichen das rückgeführte Iststromezeichen ändert, so daß es bei kleinerem Sollstromezeichen kleiner und bei größerem Sollstromezeichen größer ist.



DE 36 12 439 C 3

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Steuerung einer Spritzgießmaschine mit einem motorgetriebenen Spritzmechanismus.

Für Vorrichtungen der vorliegenden Art gibt es im Stand der Technik kaum Vorbilder. Frühere Erfindungen desselben Erfinders sind in der US-PS 4 540 359 und den JP-PS 59-156 726 und 59-224 324 angegeben.

In den vorstehend angeführten japanischen Patentschriften werden für die Einspritzgeschwindigkeit und für das Drehmoment des Motors während des Einspritzvorganges Obergrenzen vorgegeben und wird diese Geschwindigkeit mittels eines Geschwindigkeitsensors erfaßt und mittels eines Regelkreises entsprechend einem Sollwert geregelt. Dabei werden die Einspritzgeschwindigkeit bzw. der Einspritzdruck entsprechend der gegenseitigen Beziehung des Sollwertes der Einspritzgeschwindigkeit bzw. des Drehmoments während des Einspritzvorganges zu der Belastung des Antriebes gesteuert. Zur Regelung des Einspritzdruckes wird mittels des Regelkreises verhindert, daß das Drehmoment bzw. die Stromstärke des Motors eine vorgegebene Obergrenze überschreitet.

Die Einspritzgeschwindigkeit wird mittels des Regelkreises vom Anfang bis zum Ende des Zeitraums geregelt, in dem die Spritzgußmasse in die Metallform gespritzt wird. Damit der Einfluß der Trägheit des Läufers des Motors möglichst klein ist, wird nach der verlangsamten Steuerung, durch die die Einspritzgeschwindigkeit fast linear vermindert wird, eine Steuerung des Einspritzdruckes durchgeführt. Zu diesem Zweck wird die Obergrenze für das Drehmoment bzw. die Stromstärke des Motors verändert. Selbst bei einer Speisung des Motors mit einer konstanten Stromstärke pulsiert das Abtriebsdrehmoment des Motors und wird das Abtriebsdrehmoment ferner durch die Veränderung der Motortemperatur verändert. Die Beschaffenheit des Produkts wird ferner durch den Wirkungsgrad der mechanischen Kraftübertragung beeinflusst, und der Einspritzdruck und der Nachdruck können nur bis zu einer gewissen Genauigkeit geregelt werden, so daß manchmal Ausschuß produziert wird.

Man hat versucht, die vorgenannten Probleme dadurch zu lösen, daß sowohl der in der Spritzgießmaschine im allgemeinen verwendete Drehmomentmesser zum elektrischen Erfassen der Ausgangsleistung des Motors als auch der Drehmoment-Regelkreis verwendet wurden. Es wurde jedoch noch kein aufwandarmes Verfahren zum genauen Erfassen der Einspritzkraft entwickelt. Zur Steuerung des Einspritzvorganges ist es notwendig, in einer Phase vorwiegend die Einspritzgeschwindigkeit und in einer anderen Phase vorwiegend den Einspritzdruck zu regeln. Bei Verwendung eines Regelkreises ist es nicht bekannt, wie der Übergang von der Regelung der Einspritzgeschwindigkeit auf die Regelung des Einspritzdruckes zweckmäßig und unter Ausschaltung des Einflusses der Trägheit des Läufers des Motors durchgeführt werden kann. Für die zeitliche Steuerung des dafür vorgesehenen Umschalters ist kein Verfahren entwickelt worden. Somit sind die vorstehend angegebenen Probleme bisher noch nicht gelöst worden.

Es wurde dann ein Verfahren zum Erfassen der Einspritzkraft entwickelt, und der nach diesem Verfahren erfaßte Einspritzdruck wurde mittels des in der Spritzgießmaschine im allgemeinen vorgesehenen Regelkreises zur Steuerung des Drehmoments geregelt. Diese

Regelung konnte jedoch nicht mit hoher Genauigkeit durchgeführt werden, weil die Spritzschnecke oder der Spritzkolben durch das schmelzflüssige Harz belastet wird und der Kraftübertragungsmechanismus des Motors viel weicher reagiert als das Gesamtsystem, so daß während des Übergangszeitraums eine große Differenz zwischen dem gemessenen Wert, der zu einer zu hohen Ausgangsleistung des Motors führt, und dem Sollwert vorhanden ist und Druckschwankungen auftreten.

Ein Ziel der Erfindung besteht in der Schaffung einer Vorrichtung zur Steuerung des Einspritzvorganges in einer durch einen Motor angetriebenen Spritzgießmaschine, so daß ein Spritzguß mit hoher Präzision ermöglicht wird.

Dieses Ziel wird durch eine Vorrichtung mit den im Patentanspruch angegebenen Merkmalen erreicht.

Die Vorrichtung gemäß der Erfindung zur Steuerung der Spritzgießmaschine ist in den Zeichnungen erläutert. In diesen zeigt

Fig. 1 in einem Blockschema eine Regelung einer Spritzgießmaschine,

Fig. 2 in einem Schaltschema ein konkretes Ausführungsbeispiel der in Fig. 1 gezeigten Schaltung zum Begrenzen der Stromstärke-Führungsgröße,

Fig. 3 zeigt ein Ausführungsbeispiel einer Charakteristik der Schaltung zum Begrenzen der Stromstärke-Führungsgröße.

Fig. 4 ist ein Blockschema einer Ausführungsform der Erfindung,

Fig. 5 ist ein Schaltschema eines konkreten Ausführungsbeispiels der in Fig. 4 gezeigten Schaltung zur Korrektur des Iststromsignals,

Fig. 6 zeigt eine Charakteristik der Schaltung zur Korrektur des Iststromsignals, und

Fig. 7 zeigt Charakteristiken der Druck- und Geschwindigkeits-Sollwerte, die in dem Steuerverfahren und in dem Dosierverfahren verwendet werden, und zwar gemäß der Erfindung (Kurve A) und in dem bekannten Verfahren (Kurve B) sowie Charakteristiken der Istgeschwindigkeit und der Sollgeschwindigkeit zum Vergleich.

Gemäß Fig. 1 besitzt eine Spritzeinheit 4 eine in beiden Richtungen drehbare Spritzschnecke 4, die in einem Heizzylinder 3 angeordnet ist, der durch eine Düse mit der Metallform 2 verbunden ist.

Mit dem hinteren Ende der Spritzschnecke 4 ist der zu deren Drehantrieb dienende Motor 6 über ein Getriebe 5 verbunden. Das hintere Ende der Spritzschnecke 4 ist ferner über einen Schraubentrieb 7 mit der Abtriebswelle 9 des Motors 8 verbunden, durch dessen Drehung die Spritzschnecke 4 vor- und rückwärtsbewegt wird.

Von dem Motor 8 wird daher die Antriebskraft auf die Spritzschnecke über den Schraubentrieb 7 übertragen. Durch Steuerung des Motors 8 können die Einspritzgeschwindigkeit, der Einspritzdruck und der Gegendruck gesteuert werden.

Zum Messen des Einspritzdruckes wird die Vorschubkraft der Spritzschnecke 4 oder die Verformung des der lastabhängigen Reaktionskraft ausgesetzten Teils erfaßt. Zu diesem Zweck ist ein aus einem Dehnungsmeßstreifen 10 bestehender Einspritzdrucksensor an dem Gestell 11 für das Getriebe 7 montiert.

Zum Messen der Einspritzgeschwindigkeit dient ein direkt an dem Motor 8 angebaute Tachogenerator 12. An dem Motor 8 ist ferner der Drehwinkeldetektor 13 angebaut, der den Drehwinkel des Motors 8 und damit auch die Stellung der Spritzschnecke 4 erfaßt.

Zur Steuerung des Einspritzvorganges dient ein von dem zentralen Steuergerät der Spritzgußmaschine abgegebenes Signal. Zum Einleiten des Einspritzvorganges wird durch ein Einschaltsignal für den Leistungsregler 21 dieser eingeschaltet.

Der Sollwertsteller 22 für die Spritzgeschwindigkeit gibt über den gesteuerten Regelungsumschalter 23 ein Sollwertsignal e_v für die Spritzgeschwindigkeit an den Summierpunkt B ab. In dem Wandler 24a wird das von dem Tachogenerator 12 abgegebene Drehzahlsignal in ein Einspritzgeschwindigkeitssignal e_n umgewandelt, das ein Spannungssignal ist und ebenfalls an den Summierpunkt B gegeben wird. An dem Summierpunkt B wird infolgedessen das Fehlersignal ($e_v - e_n = \Delta e_n$) erzeugt, das von dem Geschwindigkeitsregelverstärker 25 verstärkt wird, dessen Ausgangssignal e_{no} als Stromstärke-Führungsgröße über den Umschalter 26 an den Drehmomentbegrenzer 27 abgegeben und in diesem mit dem von dem Drehmoment-Grenzwertsteller 28 abgegebenen Grenzwertsignal e_t verglichen wird. Auf diese Weise wird während der Geschwindigkeitsregelung der Motorstrom am Überschreiten einer Obergrenze gehindert. Dieser Wert wird bei $\Delta e_{no} < e_t$ nicht verändert, wird aber auf $\Delta e_n'$ verändert, wenn $\Delta e_{no} \geq e_t$ wird. In diesem Fall wird $e_t = \Delta e_n'$. Dieses von dem vorgenannten Drehmomentbegrenzer 27 erzeugte Signal wird über den Schalter 26 an den Summierpunkt C abgegeben.

Der das Ausgangsdrehmoment des Motors 8 bestimmende Motorstrom wird von dem Stromstärkedetektor 29 erfaßt, dessen Ausgangssignal von der Wandlerschaltung 24b in das Stromstärkesignal e_i umgewandelt und an den Summierpunkt C abgegeben wird. Das dort erzeugte Differenzsignal ($\Delta e_n' - e_i = \Delta e_{io}$) wird in dem Stromstärkerverstärker 30 verstärkt, der das Signal Δe_{io} an den vorstehend beschriebenen Leistungsregler 21 abgibt, der mit der einem Thyristor versehenen Zündsteuerschaltung oder der einen Transistor besitzenden Impulslängensteuerschaltung integriert ist und den erforderlichen Strom an den vorstehend beschriebenen Motor 8 abgibt, so daß dieser in Abhängigkeit von dem genannten Signal Δe_{io} gespeist wird.

Vorstehend wurde bereits angegeben, daß die Einspritzgeschwindigkeit mit Hilfe eines Regelkreises geregelt wird und dieser Regelung eine Regelung des Einspritzdruckes folgt. Zu diesem Zweck wird in der Wandlerschaltung 24c das Ausgangssignal des vorgenannten Drehwinkeldetektors 13 in ein die Stellung der Spritzschnecke darstellendes Positionssignal umgewandelt, das in dem Vergleichler 32 mit dem Sollwertsignal des Sollwertstellers 31 verglichen wird. Dieses Sollwertsignal gibt jene Position der Spritzschnecke an, in dem durch ein Signal des zentralen Steuergeräts 20 die Steuerung von der Regelung der Einspritzgeschwindigkeit auf die Regelung des Spritzdruckes umgeschaltet werden soll. Wenn diese an den Vergleichler 32 angelegten Signale miteinander übereinstimmen, gibt das zentrale Steuergerät 20 einen Umschaltbefehl an den Regelungsumschalter 23 und den dem Drehmomentbegrenzer 27 zugeordneten Umschalter 26 ab, so daß dann die Steuerung der Spritzgußmaschine von der Einspritzgeschwindigkeitsregelung auf die Einspritzdruckregelung umgeschaltet wird.

Der Sollwertsteller 33 für den Einspritzdruck gibt das Solldrucksignal e_{pi} über den Umschalter 34 an den Summierpunkt A ab. In der Wandlerschaltung 24b wird das Ausgangssignal des Einspritzdrucksensors 10 in ein Einspritzdrucksignal e_p umgewandelt, das ein Spannungssi-

gnal ist und an den Summierpunkt A abgegeben wird. Dort wird daher das Differenzsignal $e_{pi} - e_p = \Delta e_p$ erzeugt, das in dem Verstärker 35 der Drucksignal-Verstärkungsschaltung POPA zu dem Signal Δe_{po} verstärkt wird, das nach dem Durchtritt durch den Regelungs-Umschalter 23 zur Geschwindigkeits-Führungsgröße e_v ($\Delta e_{po} = e_v$) wird. Der Einfachheit halber wird das Signal Δe_{po} auch als Signal e_v bezeichnet.

Die Geschwindigkeits-Führungsgröße e_v wird an dem Summierpunkt B zu dem Signal e_n addiert, so daß dort das Differenzsignal Δe_n erzeugt wird, das in dem Geschwindigkeitsregelverstärker 25 zu dem Signal Δe_{no} verstärkt wird. Dieses wird über den dem Drehmomentbegrenzer 27 zugeordneten Umschalter 26 an den Begrenzer 36 für die Stromstärke-Führungsgröße abgegeben. In dem Begrenzer 36 wird diese Führungsgröße in Abhängigkeit von dem Solldrucksignal e_{pi} begrenzt, das von dem vorstehend beschriebenen Sollwertsteller 33 für den Einspritzdruck abgegeben wird.

Von dem Umschalter 27 wird das Ausgangssignal des Begrenzers 36 als Stromstärke-Führungsgröße $\Delta e_{ni} = \Delta e_n'$ — der Einfachheit halber wird in der Erläuterung das Symbol geändert — an den Summierpunkt C abgegeben und dort zu dem Iststromsignal e_i addiert. Das so erhaltene Differenzsignal Δe_i wird in dem Stromstärkerverstärker 30 verstärkt, der das Signal Δe_{io} abgibt.

Das Signal Δe_{io} wird dem vorstehend beschriebenen Leistungsregler 21 zugeführt, der den erforderlichen Strom an den Motor 8 abgibt, so daß dieser entsprechend dem Signal Δe_{io} arbeitet.

Wie vorstehend beschrieben wurde, wird zur Regelung des Einspritzdruckes dieser durch Steuerung des Motors 8 auf seinem Sollwert gehalten. Nach dem Ablauf der vorgegebenen Einspritzzeit gibt das zentrale Steuergerät 20 ein Einspritzendesignal ab und gibt ferner an den Solldruckumschalter 34 ein Solldruck-Umschaltsignal ab, das bewirkt, daß der Umschalter 34 anstatt mit dem Sollwertsteller 33 für den Einspritzdruck mit dem Sollwertsteller 37 für den Nachdruck verbunden wird. Jetzt wird der Motor 8 ebenso wie bei der vorstehend beschriebenen Regelung des Einspritzdruckes in Abhängigkeit von dem Solldruckwert e_{pi} gesteuert (Um die Erläuterung zu vereinfachen, wird für das Sollwertsignal für den Einspritzdruck und das Sollwertsignal für den Nachdruck dasselbe Symbol verwendet). Jetzt ist die Steuerung von der Einspritzdruckregelung auf die sogenannte Nachdruckregelung übergegangen.

Wenn nach dem Ende des Einspritzvorganges der vorgeschriebene Zeitraum verstrichen ist, gibt das zentrale Steuergerät 20 an die Steuereinrichtung 38 für den Schneckendrehmotor 6 ein Befehlssignal ab, das den Motor 6 veranlaßt, die Spritzschnecke 4 zu drehen. Dann erfolgt während der Regelung des Nachdruckes die Dosierung der Spritzgußmasse. Dabei fördert die sich gegensinnig drehende Spritzschnecke 4 die Spritzgußmasse vorwärts.

In dem Vergleichler 32 wird das Schneckenpositionssignal mit dem Ausgangssignal des Sollwertstellers 39 für das Schußgewicht verglichen. Wenn die Position der Schnecke dem Sollwert für das Schußgewicht entspricht, beendet das zentrale Steuergerät 20 die Abgabe der Befehle an den Leistungsregler 21, die Steuereinrichtung 38 für den Schneckendrehmotor 6, den Solldruck-Umschalter 34, den Regelungs-Umschalter 23 und den dem Drehmomentbegrenzer 27 zugeordneten Umschalter 26. Infolgedessen wird die Dosierung beendet und die Vorrichtung in einen Bereitschaftszustand

für den nächsten Spritzgußvorgang gebracht.

In dieser Vorrichtung wird zur Druckregelung außer dem Geschwindigkeitsregelverstärker 35 der Begrenzer 36 für die Stromstärke-Führungsgröße herangezogen. Durch diesen Begrenzer wird in Abhängigkeit von dem von dem Sollwertsteller für den Einspritzdruck oder dem von dem Sollwertsteller für den Nachdruck vorgegebenen Solldruckwert eine Obergrenze für die Stromstärke-Führungsgröße bestimmt.

Der Begrenzer 36 für die Stromstärke-Führungsgröße ist mit der Verstärkerschaltung 41 integriert, die aus dem Operationsverstärker 50 und den Widerständen 51, 52, 53 besteht, sowie mit dem Ausgangssignalbegrenzer 42, der aus den Operationsverstärkern 54, 55, den Dioden 56, 57, den Zenerdioden 42, 43 und den Widerständen 58, 59, 60 und 61 besteht. Die Schaltung ist in der Fig. 2 dargestellt. Das von dem Sollwertsteller 34 für den Einspritzdruck oder dem Sollwertsteller 37 für den Nachdruck abgegebene Solldrucksignal e_{pi} wird entsprechend dem erforderlichen Verstärkungsfaktor in der Verstärkerschaltung 41 verstärkt, die ein Solldrucksignal e_{pi}' abgibt. Die von dem Geschwindigkeitsregelverstärker 25 abgegebene Stromstärke-Führungsgröße Δe_{no} und das von der Verstärkerschaltung 41 abgegebene Solldrucksignal e_{pi}' werden an den Ausgangssignalbegrenzer 42 abgegeben, der in Abhängigkeit von dem Solldrucksignal eine Obergrenze von für das von ihm abgegebene Stromstärke-Führungssignal bestimmt. Diese Obergrenze ist bei einem kleinen Solldrucksignal niedrig und bei einem großen Solldrucksignal hoch.

Die in Fig. 3 dargestellte Charakteristik gibt die von dem Solldrucksignal e_{pi} abhängige Beziehung zwischen dem Eingangssignal Δe_{no} und dem Ausgangssignal Δe_{ni} des Begrenzers für die Stromstärke-Führungsgröße an. Man erkennt, daß bei einem kleinen Solldrucksignal das Eingangssignal entsprechend begrenzt wird und daher auch das Ausgangssignal klein ist.

Wenn das Solldrucksignal e_{pi} kleiner ist als die Zenerspannung e_z der Zenerdioden 42, 43, wird das Ausgangssignal auf den Wert des Solldrucksignals e_{pi}' begrenzt. In diesem Fall entspricht der Sättigungs- bzw. Maximalwert e_z des Ausgangssignals der Zenerspannung der Zenerdiode 43 des in Fig. 2 gezeigten Ausgangssignalbegrenzers 42.

In der hier dargestellten Schaltung wird die Führungsgröße für die Stromstärke in Abhängigkeit von dem Solldruckwert begrenzt. Bei einem hohen Solldruck liegt die Obergrenze der Stromstärke-Führungsgröße niedriger als in der üblichen Vorrichtung. Infolgedessen kann man zum Verstärken der Geschwindigkeits-Führungsgröße Δe_{no} den Verstärkungsfaktor des Druckregelverstärkers 35 erhöhen. Dadurch kann die Beziehung zwischen der Belastung und dem Solldruck verbessert werden. Diese Charakteristik ist in der Fig. 7A und zum Vergleich ist die übliche Charakteristik in Fig. 7B dargestellt.

Bei einem Vergleich erkennt man, daß während der Übergangszeit zwischen der Geschwindigkeitsregelung und der Druckregelung die Ausregelzeit t_1 in der der Einspritzdruck auf seinen Sollwert gebracht wird, kürzer ist als t_1' , und daß die Umschaltzeit t_1 , in der das Solldrucksignal von dem Sollwert für den Einspritzdruck auf den Sollwert für den Nachdruck geht, kürzer ist als t_1' , so daß in dieser Ausführungsform der Druck kaum nachpendelt.

Diese Umschaltung von der Regelung der Einspritzgeschwindigkeit auf die Regelung des Einspritzdruckes und von der Regelung des Einspritzdruckes auf die Re-

gelung des Nachdruckes kann mit hoher Genauigkeit erfolgen.

Eine Ausführungsform der Erfindung ist in der Fig. 4 ohne den in Fig. 1 dargestellten Mechanismus gezeigt. Dabei sind gleiche Teile mit denselben Bezugszeichen bezeichnet wie in Fig. 1. Diese Teile werden nur in kürzerer Form beschrieben.

In dieser Ausführungsform wird zur Druckregelung außer dem Wandler 24b auch die Schaltung 44 herangezogen, die zur Korrektur des Iststromsignals dient. Durch diese Schaltung 44 wird in Abhängigkeit von dem Solldrucksignal das Iststromsignal vergrößert oder verkleinert.

Diese Schaltung zur Korrektur des Iststromsignals ist mit der Verstärkerschaltung 45 integriert, die den Operationsverstärker 62 und die Widerstände 63, 64, 65 aufweist, und mit dem Rückführungssignalwandler 46. In der Verstärkerschaltung 45 wird das von dem Sollwertsteller 33 für den Einspritzdruck bzw. dem Sollwertsteller 37 für den Nachdruck abgegebene Solldrucksignal e_{pi} mit dem erforderlichen Verstärkungsfaktor zu dem Solldrucksignal e_{pi}'' verstärkt. Der Rückführungssignalwandler 46 ist mit der bekannten Multipliziereinrichtung 66 und den Widerständen 67, 68 integriert. Er empfängt das Solldrucksignal e_{pi}'' und das von dem Wandler 24b kommende Iststromsignal e_i'' als Eingangssignale und gibt als Ausgangssignal das korrigierte Iststromsignal e_i''' ab, das bei einem kleinen Solldrucksignal verkleinert und bei einem großen Solldrucksignal vergrößert worden ist. Mit 47 und 48 sind Umschalter bezeichnet, die der Schaltung zur Korrektur des Iststromsignals zugeordnet sind.

Aus der in Fig. 6 gezeigten Charakteristik geht die Beziehung zwischen dem Eingangssignal e_i'' und dem Ausgangssignal e_i''' der Schaltung zu Korrektur des Iststromsignals hervor. Bei einem gegebenen Eingangssignal nimmt mit der Größe des Solldrucksignals e_{pi} auch das Ausgangssignal der Schaltung zu. Da in dieser Ausführungsform das Iststromsignal in Abhängigkeit von dem Solldrucksignal vergrößert oder verkleinert wird, ist bei der Geschwindigkeitsregelung bei einem großen Solldrucksignal e_{pi} das Iststromsignal größer als in der üblichen Vorrichtung.

Da in der vorstehend beschriebenen Weise die Geschwindigkeits-Führungsgröße e_{po} durch Erhöhung des Verstärkungsfaktors des Druckregelverstärkers 35 vergrößert werden kann, wie dies in der Fig. 7A dargestellt ist, wird das Ansprechverhalten bei der Druckregelung verbessert und können die Umschaltungen von der Regelung der Einspritzgeschwindigkeit auf die Regelung des Einspritzdruckes sowie von der Regelung des Einspritzdruckes auf die Regelung des Nachdruckes mit hoher Genauigkeit erfolgen.

In der vorliegenden Ausführungsform erfolgt die Umschaltung von der Regelung der Einspritzgeschwindigkeit auf die Regelung des Einspritzdruckes auf Grund der Erfassung der Position der Spritzschnecke. Diese Umschaltung kann jedoch auch auf Grund der Erfassung der in die Metallform eingebrachten Harzmenge bzw. des Harzdruckes in dem Formhohlraum der Metallform, des Einspritzdruckes und der Motorstromstärke erfolgen.

Wenn es bei manchen Produkten notwendig ist, kann die Regelung der Einspritzgeschwindigkeit und/oder des Einspritzdruckes auch jeweils in mehreren Stufen durchgeführt werden, wobei die Umschaltung von einer Stufe auf die andere in Abhängigkeit von der Position der Spritzschnecke oder mit Hilfe eines Zeitschalters

erfolgen kann.

Zum Erfassen des Einspritzdruckes kann man einen an der Abtriebswelle des Motors angebrachten Drehmomentsensor verwenden.

Man kann die Erfindung natürlich auch auf Spritzgießmaschinen anwenden, die mit einer Vorplastifiziereinrichtung versehen sind, oder auf Kolben-Spritzgießmaschinen.

Patentanspruch

10

Vorrichtung zur Steuerung einer Spritzgießmaschine mit einem Spritzkolben oder mit einer Spritzschnecke, der oder die von einem Motor über einen Schraubentrieb vor- und rückwärtsbewegbar ist, 15
dadurch gekennzeichnet,
daß ein Drehzahlsensor (12) vorgesehen ist, der die Drehzahl des Motors (8) erfaßt und ein Istdrehzahl-signal erzeugt,
daß ein Operationsverstärker (25) vorgesehen ist, 20
der durch Verstärkung der Differenz zwischen einem Soll-drehzahl-signal oder einer Drehzahl-Führungsgröße und dem Istdrehzahl-signal des Motors (8) eine Stromstärke-Führungsgröße erzeugt,
daß zur Regelung der Einspritzgeschwindigkeit ein 25
Stromstärkedetektor (29) vorgesehen ist, der den Eingangsstrom des Motors (8) erfaßt und ein Iststromsignal erzeugt,
daß ein zweiter Operationsverstärker (30) vorgesehen 30
ist, der die Differenz zwischen dem Iststromsignal und der Stromstärke-Führungsgröße verstärkt und ein entsprechendes Steuersignal erzeugt,
mit dem zur Regelung der Einspritzgeschwindigkeit der Motor (8) derart gesteuert wird, daß das 35
Iststromsignal der Stromstärke-Führungsgröße entspricht,
daß ein Einspritzdrucksensor (10) vorgesehen ist, der den vom Motor (8) über die Schnecke (4) erzeugten Einspritzdruck erfaßt, ferner ein Sollwert- 40
steller (33) für den Einspritzdruck und ein Operationsverstärker (35) für die Einspritzdruckregelung,
der zum Verstärken der Differenz zwischen dem von dem Sollwertsteller (33) für den Einspritzdruck abgegebenen Solldrucksignal und dem von dem 45
Einspritzdrucksensor (10) abgegebenen Istdrucksignal dient,
daß ein Regelungsumschalter (23) vorgesehen ist, der während der Regelung des Einspritzdruckes das in dem Operationsverstärker (35) für die Einspritzdruckregelung verstärkte Differenzsignal als 50
Einspritzdruck-Steuersignal an den Operationsverstärker (25) abgibt, welcher die Stromstärke-Führungsgröße für die Regelung der Einspritzgeschwindigkeit bildet,
und daß zur Korrektur des Iststromsignals eine 55
Korrekturschaltung (44) vorgesehen ist, die während der Dauer der Regelung des Einspritzdruckes bzw. des Nachdruckes in Abhängigkeit von dem von dem Sollwertsteller (33) für den Einspritzdruck abgegebenen Solldrucksignal das rückgeführte 60
Iststromsignal ändert, so daß es bei kleinerem Solldrucksignal kleiner und bei größerem Solldrucksignal größer ist.

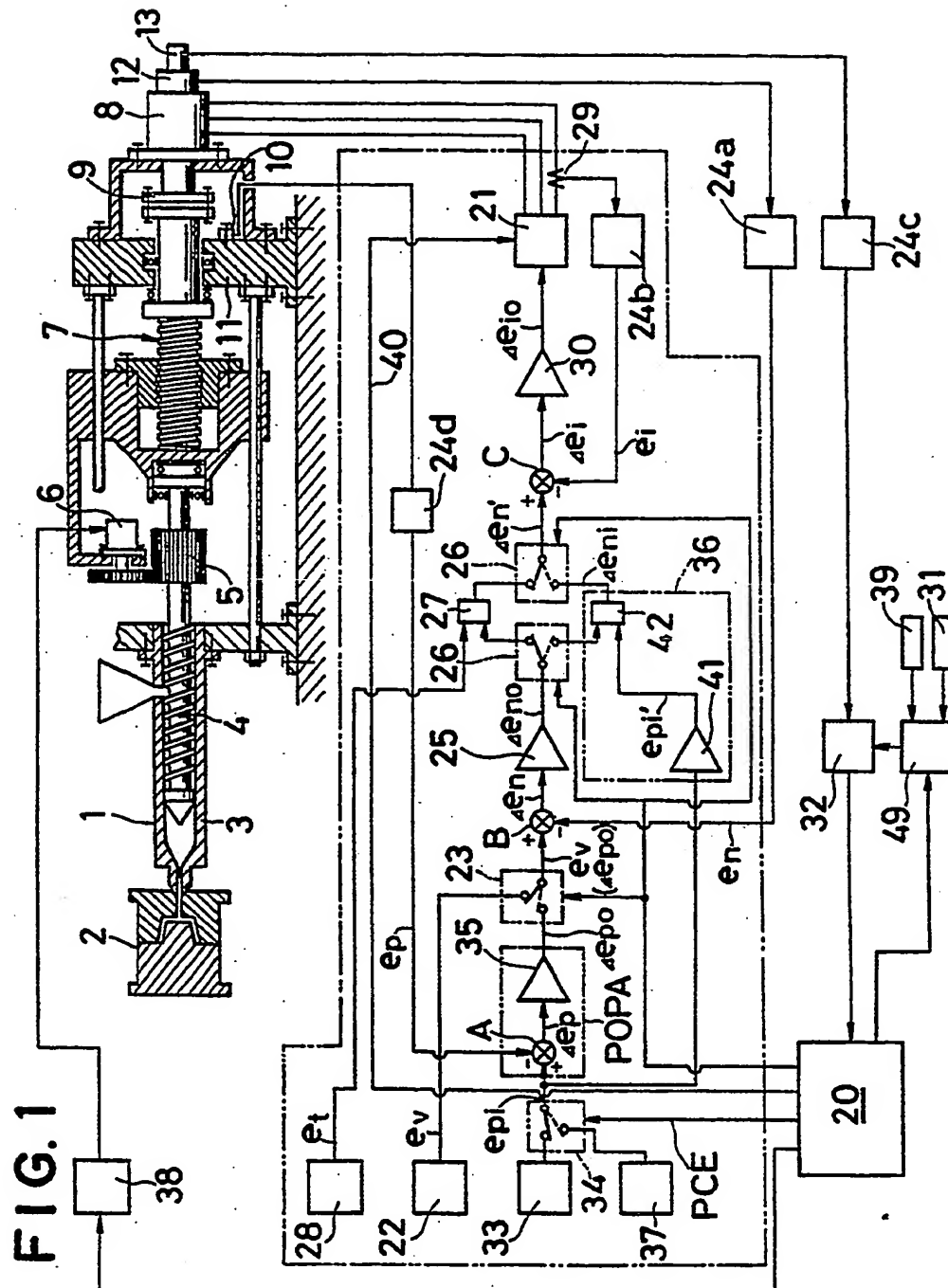


FIG.2

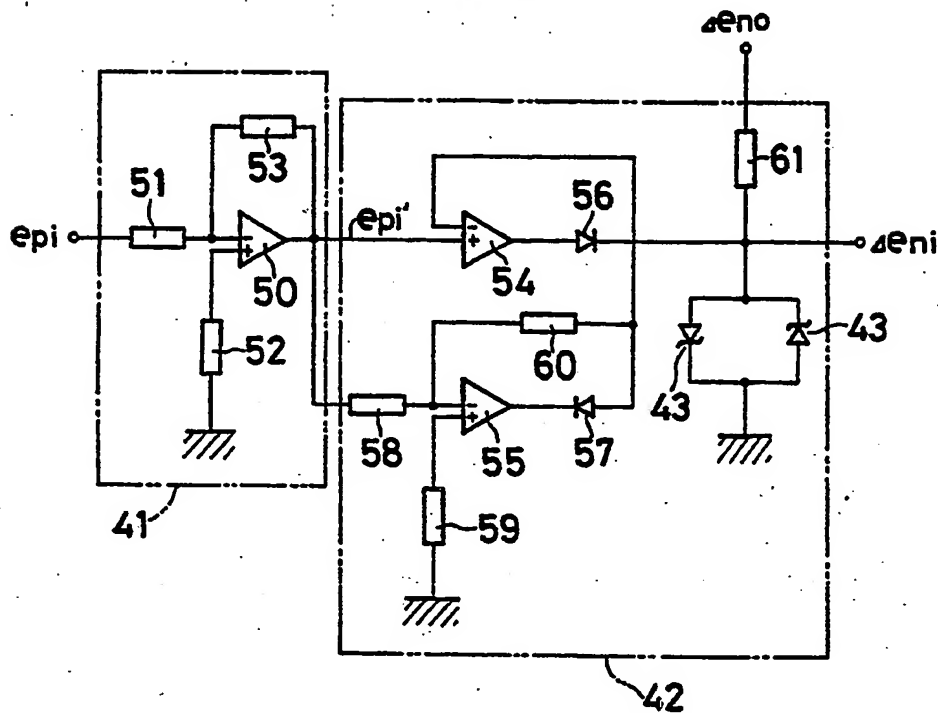
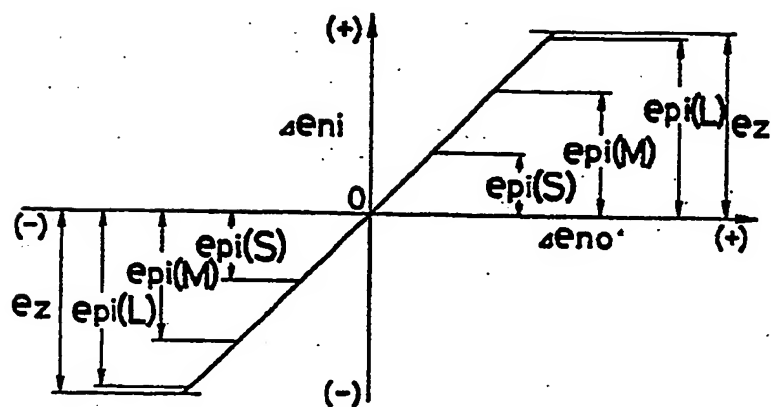


FIG.3



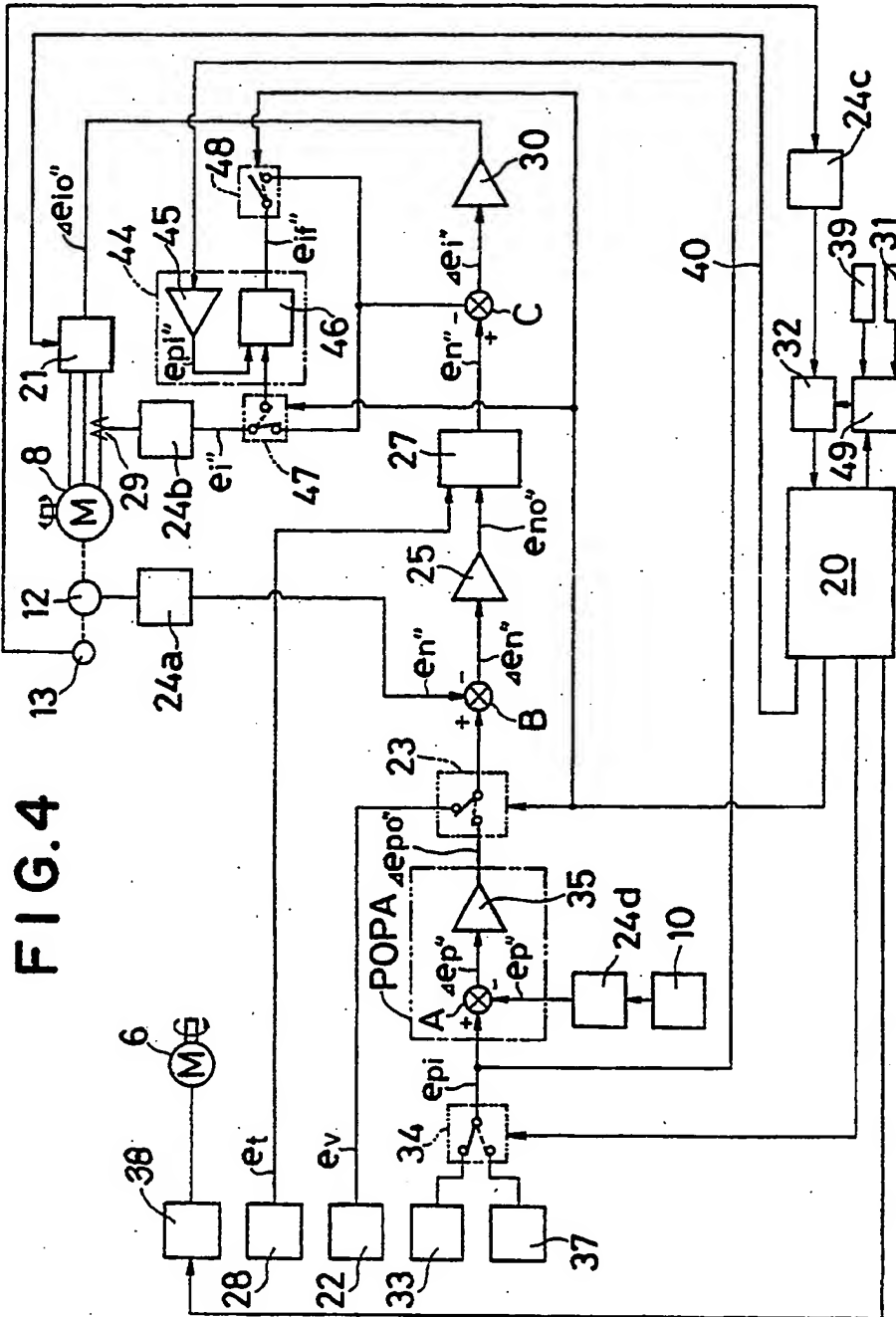


FIG. 5

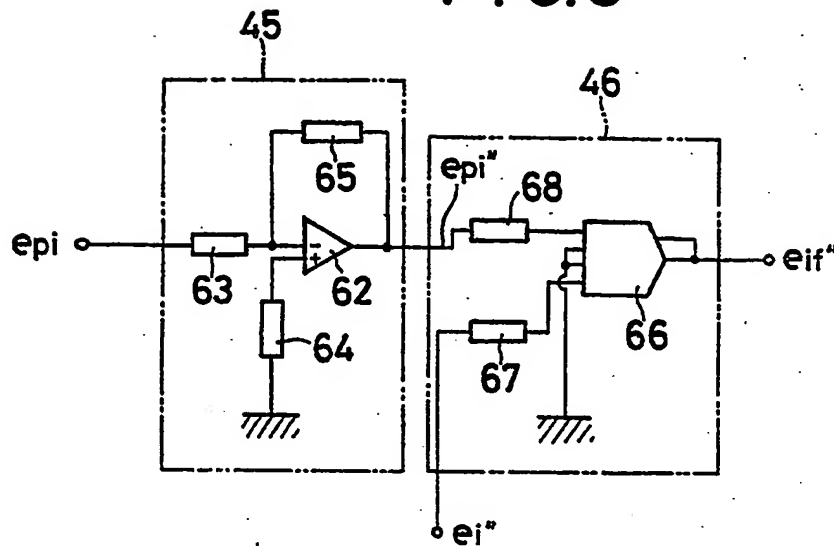


FIG. 6

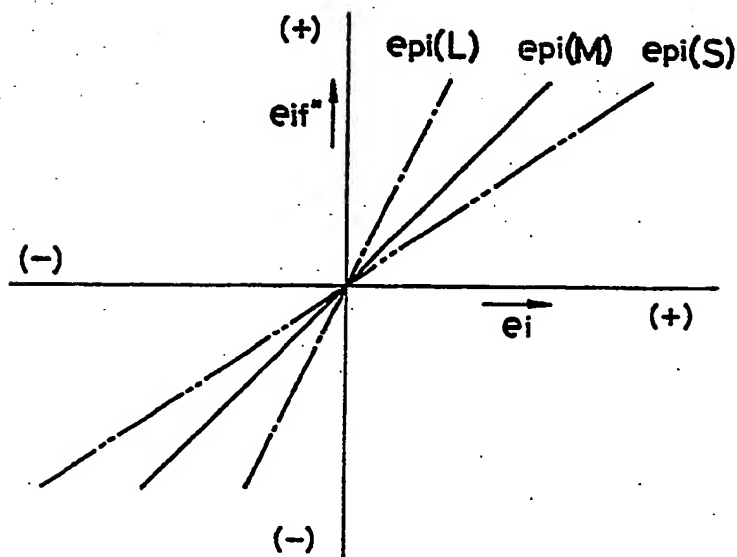


FIG.7

